УДК 552.578.2.553.982 (571.16)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ НЕФТЕНАСЫЩЕННОСТИ НИЗКООМНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

А.В. Ежова

Томский политехнический университет
E-mil: ezsovaav@ngf.tomsk.ru

Аутигенная сульфидная минерализация в нефтенасыщенных коллекторах изменяет электрические и плотностные свойства пород. Выявленные взаимозависимости объемной плотности пород, содержания в них электропроводящих минералов и открытой их пористости позволили построить номограмму для оценки нефтенасыщения коллекторов, которую рекомендуется использовать при интерпретации материалов ГИС.

Определение характера насыщения пород-коллекторов нефтью на стадии разведки месторождений и при подсчёте запасов углеводородов основано на интерпретации данных ГИС. Пласты с низким удельным электрическим сопротивлением ($\rho_п$=3,5...5,5 Ом·м) обычно интерпретируются как водонасыщенные [1–3]. Однако известно немало случаев получения притоков безводной нефти из верхнеюрских коллекторов на Малореченском, Катыльгинском, Западно-Останинском, Вахском, Оленьем, Онтонигайском и других месторождениях Томской области именно из интервалов, отнесённых к водонасыщенным по показателям электрометрического каротажа.

Как было установлено нами ранее [4, 5], причиной аномальности промыслово-геофизических характеристик нефтенасыщенных пластов, оцениваемых как водонасыщенные из-за низких значений электрического сопротивления, является присутствие в породах минералов-полупроводников, которые представлены сульфидами, оксидами титана и железа. Последние присутствуют в породах в количестве 1...2 %, а сульфидные минералы – 4...15 %. Среди сульфидов, представленных пирротином, марказитом, мельниковитом и пиритом, наибольшее распространение в изучаемых отложениях имеет пирит.

Для пиритов нефтенасыщенных коллекторов характерны следующие формы выделений: тонкодисперсная сыпь, псевдоморфозы, идиоморфные кристаллы, сферолиты, неправильно-лапчатые агрегаты, прожилки, линзочки. Наибольший интерес представляют тонкодисперсные образования пирита в виде сыпи на зернах минералов и в нефти, а также плёнок по периферии пор, заполненных нефтью. Такие ассоциации нефти и пирита приурочены обычно к нижней части пласта, где повышается содержание остаточной воды (до 40 %), а на обломочных зёрнах, выходящих в поровое пространство, кристаллизуется тонкодисперсный пирит, из-за восстановительного характера среды при заполнении пор нефтью. Остаточная вода и пирит

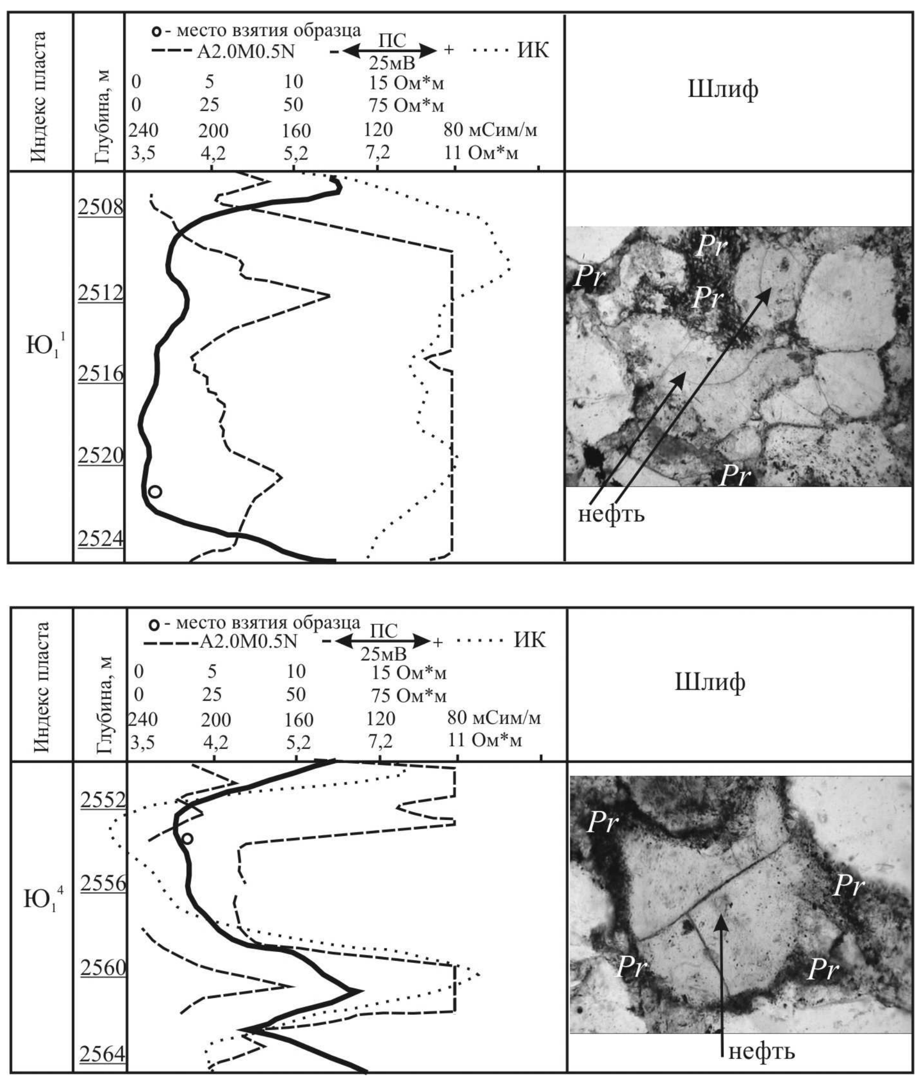


Рис. 1. *Электрокаротажная характеристика и фотографии шлифов нефтенасыщенных песчаников пластов $Ю_1^1$ и $Ю_1^4$ скважины 447 Западно-Останинского месторождения*

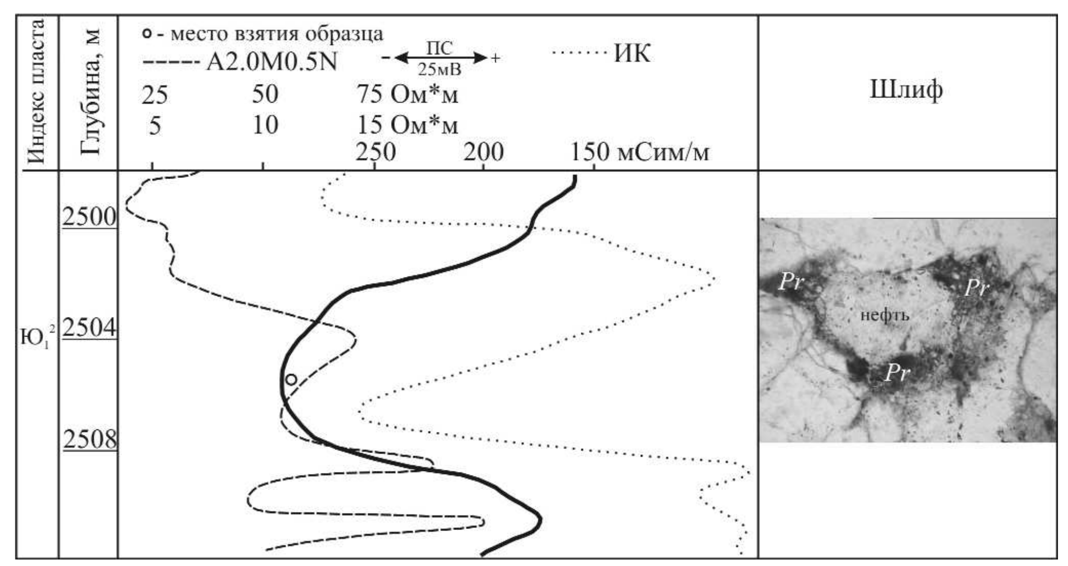


Рис. 2. *Электрокаротажная характеристика и фотография шлифа нефтенасыщенных песчаников пласта $Ю_1^2$ скважины 135 Малореченского месторождения*

окружают нефтепроявления и создают цепь, хорошо пропускающую электрический ток. На записях электрокаротажных диаграмм регистрируется падение удельного электрического сопротивления.

В качестве наглядного примера влияния сульфидной минерализации на снижение электрического сопротивления приведены материалы по пластам $Ю_1^1$ и $Ю_1^4$ скважины 447 Западно-Останинского и $Ю_1^2$ скважины 135 Малореченского месторождений.

В скважине 447 (рис. 1) в песчаниках пласта $Ю_1^1$ (глуб. 2523,0 м) пирит наблюдается в виде отдельных зёрен, кристаллов и глобулей в пустотном пространстве, тонкодисперсной сыпи на поверхности терригенных зёрен, в нефтяном веществе и по периферии пор. Значения электропроводности пород увеличиваются до 120 мСим/м, а удельное электрическое сопротивление составляет 7,2 Ом·м. В песчаниках пласта $Ю_1^4$ (глуб. 2554,0 м) нефть заполняет крупные поры, а тонкодисперсный пирит распространён по периферии пор. Электропроводность пород повышается до 240 мСим/м, удельное электрическое сопротивление составляет всего 3,5 Ом·м. Нефтенасыщение пласта установлено только по шлифам, а по комплексу ГИС он признан водонасыщенным.

В скважине 135 (рис. 2) на глубине 2504,6 м тонкодисперсный пирит окружает обломочные зерна минералов и развивается по периферии пор, заполненных темно-желтым нефтяным веществом. В этой скважине нефтенасыщение пород также установлено только в шлифах, а по данным ГИС пласт считается водонасыщенным. Электропроводимость пород на этой глубине составляет 200 мСим/м.

Эти данные, а также результаты изучения пород Лугинецкого, Западно-Лугинецкого, Западно-Останинского, Вахского и Крапивинского месторождений [5], свидетельствуют о том, что установленная по результатам всех видов каротажа сопротиаления величина нефтенасыщения коллекторов не всегда является достоверной. Поэтому для этих целей необходимо использовать модифицированный метод, позволяющий учитывать и другие петрофизические свойства пород, например, плотностные, которые обычно измеряются при геофизических исследованиях скважин (метод ГГК-П). Как известно [6, 7], присутствие среди вмещающих

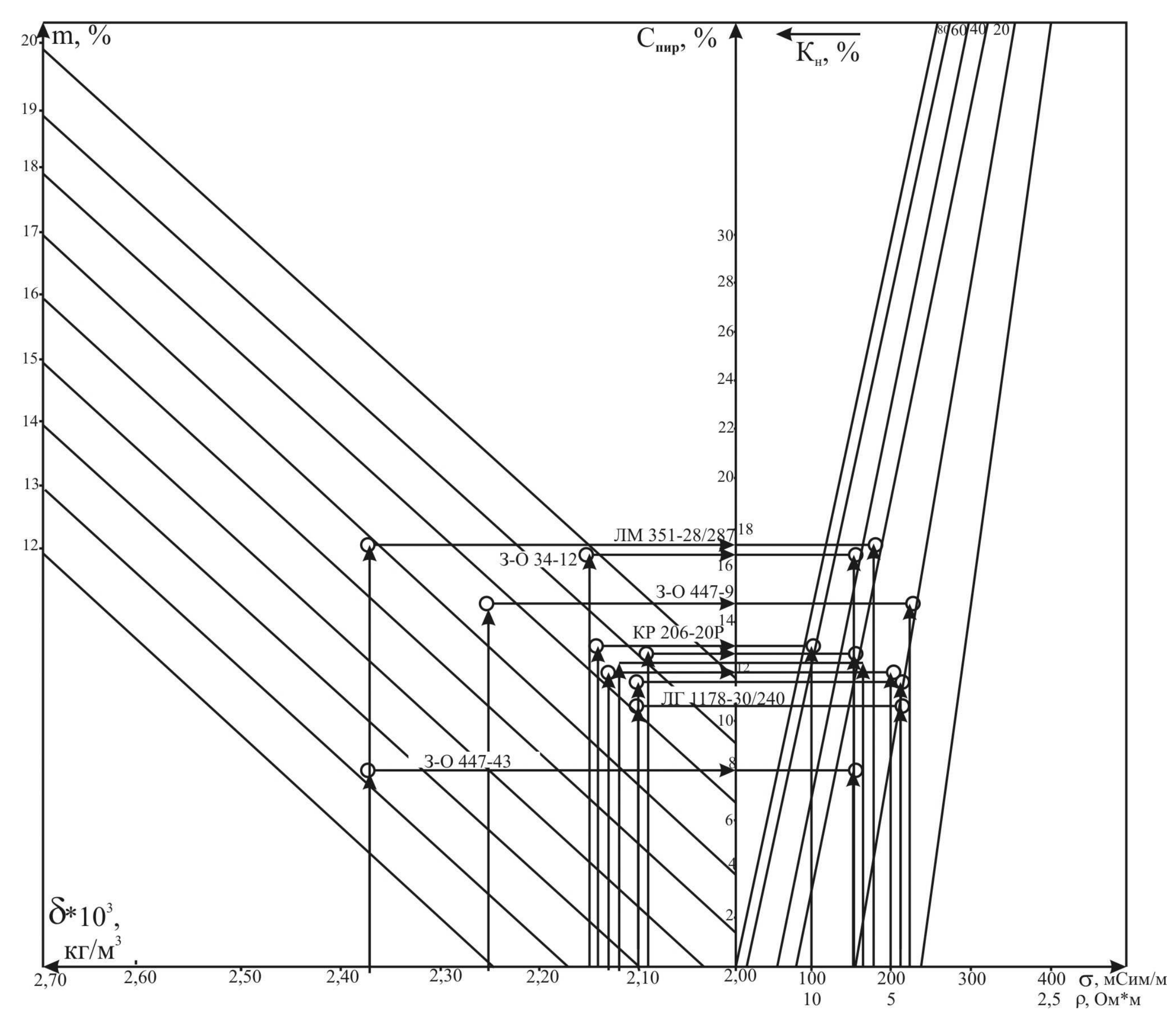


Рис. 3. *Номограмма оценки нефтенасыщенности верхнеюрских низкоомных коллекторов*

пород, имеющих плотность 2,4...2,7·10^3 кг/м^3, сульфидов и других минералов с плотностью 4,5...5,1·10^3 кг/м^3 фиксируется на каротажных диаграммах уменьшением интенсивности γ-излучения.

Выявленные по 277 образцам взаимозависимости объемной плотности пород, содержания в них электропроводящих минералов и открытой их пористости позволили построить номограмму для оценки характера насыщения коллекторов нефтью (рис. 3). Правая часть номограммы, составленная Ф.Я. Боркуном [5] для верхнеюрских коллекторов Сургутского свода, представляет собой зависимости удельной электропроводимости пород (σ), коэффициента их нефтенасыщенности ($K_н$) и содержания в них пирита ($C_{пир}$, %). Удельная электропроводимость полностью водонасыщенного образца при отсутствии в нем электропроводящих минералов равна 266 мСим/м ($\rho_п$=3,75 Ом·м) при пластовой температуре 90 °С. Удельное электрическое сопротивление пирита при этой температуре составляет 1,5 Ом·м.

Левая часть номограммы представляет собой график, позволяющий определить содержание электропроводящих минералов по данным объемной плотности пород (δ) с учетом их пористости (m).

Порядок пользования номограммой:

- по данным гамма-гамма каротажа по плотности определяют значение объемной плотности пород;
- по радиоактивному каротажу находят коэффициент пористости пород;
- от точки, соответствующей величине объемной плотности пород (δ), восстанавливают перпендикуляр до его пересечения с горизонтальной линией, соответствующей значению пористости пород (m). Проекция этой точки на ось ординат позволит определить содержание в породе пирита ($C_{пир}$, %);
- по данным ИК определяют удельную электропроводимость пород (σ), восстанавливают перпендикуляр до его пересечения с горизонтальной линией через ординату ($C_{пир}$, %). Местоположение полученной точки в системе наклонных линий позволяет количественно оценить характер насыщения нефтью исследуемого пласта-коллектора.

Для примера на номограмму нанесены данные по некоторым образцам исследованных пород. При этом были выбраны образцы из коллекторов, которые по геофизическим данным идентифицировались как водонасыщенные. В шлифах из этих образцов отчетливо видно нефтяное вещество, заполняющее поры.

Номограмму рекомендуется использовать при интерпретации материалов ГИС для выявления степени нефтенасыщения в низкоомных коллекторах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дахнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщения горных пород. – М.: Недра, 1985. – 310 с.
2. Интерпретация результатов геофизических исследований нефтяных и газовых скважин: Справочник / Под ред. В.М. Добрынина. – М.: Недра, 1988. – 476 с.
3. Латышова М.Г., Вендельштейн Б.Ю., Тузов В.П. Обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин. – М.: Недра, 1990. – 312 с.
4. Ежова А.В., Либина В.Ф. Исследование нефтенасыщенности коллекторов при аномальных данных ГИС на месторождениях юго-востока Западно-Сибирской плиты // Геологические исследования и охрана окружающей среды на Западном Урале. – Пермь, 1991. – С. 69–72.
5. Ежова А.В., Либина В.Ф., Боркун Ф.Я., Сальникова Н.И. Влияние сульфидных образований на петрофизические свойства коллекторов горизонта $Ю_1$ // Томск. политех. институт. – Томск, 1991. – ВНИИОЭНГ. – № 1937-нг/91. – 162 с.
6. Арцыбашев В.А., Иванюкович Г.А. Плотностной гамма-гамма-каротаж на рудных месторождениях. – М.: Атомиздат, 1975. – 72 с.
7. Дьяконов Д.И., Леонтьев Е.И., Кузнецов Г.С. Общий курс геофизических исследований скважин. – М.: Недра, 1984. – 432 с.